

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 02294027  
PUBLICATION DATE : 05-12-90

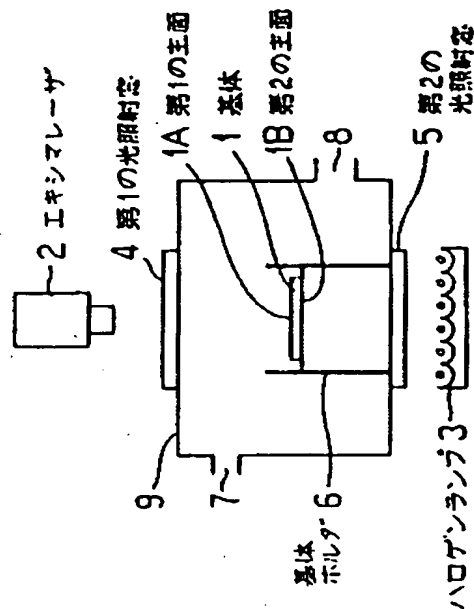
APPLICATION DATE : 09-05-89  
APPLICATION NUMBER : 01114088

APPLICANT : SONY CORP;

INVENTOR : NOGUCHI TAKASHI;

INT.CL. : H01L 21/268 H01L 21/26 H01L 21/265

TITLE : METHOD AND DEVICE FOR  
ANNEALING



**ABSTRACT :** **PURPOSE:** To eliminate the occurrence of a secondary defect in a crystal when the crystallinity of the crystal is restored and of rediffusion and enhanced diffusion when atoms of injected impurities are activated by irradiating the first main surface of a substrate with an excimer laser beam while the second main surface of the substrate is irradiated with the light of a lamp.

**CONSTITUTION:** A substrate 1 is held in a chamber 9 or quartz tube equipped with photoirradiation windows 4 and 5, with both of the main surfaces 1A and 1B of the substrate 1 being exposed, and the substrate 1 surfaces 1A and 1B are respectively irradiated with an excimer laser 2 beam and the light of a halogen lamp 3 in vacuum or an inert-gas atmosphere. At the time of the irradiation, the main surface 1B of the substrate 1 is first irradiated with the light of the lamp 3 and low-temperature annealing of about hundreds degrees centigrade is performed to the substrate 1 so as to restore the crystallinity. Then the first main surface 1A is irradiated with the excimer laser beam while the other surface is irradiated with the lamp 3 and high-temperature annealing of a temperature near the melting point of the semiconductor material of the substrate 1 is performed for an extremely short time so as to activate atoms of injected impurities. Therefore, when the annealing is performed for restoring the crystallinity and activating the injected atoms, no secondary defect is produced in the crystal and the rediffusion, enhanced diffusion, etc., of the atoms of the injected impurities can be eliminated.

**COPYRIGHT:** (C)1990,JPO&Japio

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-294027

⑤ Int. Cl.<sup>8</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)12月5日

H 01 L 21/268  
21/26  
21/265

Z 7738-5F  
L 7738-5F

7522-5F H 01 L 21/265

B

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑭ 発明の名称 アニール方法およびアニール装置

⑮ 特 願 平1-114088

⑯ 出 願 平1(1989)5月9日

⑰ 発 明 者	田 島	和 浩	東京都品川区北品川6丁目7番35号	ソニー株式会社内
⑰ 発 明 者	野 口	隆	東京都品川区北品川6丁目7番35号	ソニー株式会社内
⑰ 出 願 人	ソニー株式会社			東京都品川区北品川6丁目7番35号
⑰ 代 理 人	弁理士 高橋 光男			

#### 明 細 書

##### 1. 発明の名称

アニール方法およびアニール装置

##### 2. 特許請求の範囲

1. 基体の第2の主面に対してランプ光照射を施しながら、第1の主面に対してエキシマレーザ照射を施すことを特徴とするアニール方法。
2. 基体の第1の主面に対するエキシマレーザ照射手段と、第2の主面に対するランプ光照射手段とを具備したことを特徴とする請求項1記載のアニール方法を施すためのアニール装置。

##### 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、半導体装置の製造工程におけるアニール方法およびアニール装置に関する。

##### (発明の概要)

本発明は、半導体装置の製造工程におけるアニール方法とアニール装置に関し、更に詳しくは、基体の第2の主面に対してランプ光照射を施しながら、第1の主面に対してエキシマレーザ照射を施すことにより、基体のイオン注入層の結晶性の回復を図ると同時に、注入不純物原子の再拡散等を抑えて電気的活性化を行うことを特徴とするアニール方法と、これを可能とするためのアニール装置に関する。

##### (従来の技術)

シリコン(Si)やガリウム砒素(GaAs)等の半導体基体に、加速された砒素イオン(As<sup>+</sup>)やシリコンイオン(Si<sup>+</sup>)等を打ち込んでこれを不純物原子とし、半導体の電気物性を制御する、いわゆるイオン注入技術が半導体装置製造工程で用いられている。イオン注入により基体に打ち込まれた不純物原子は、同時に多くの結晶欠陥や非晶質領域

を生成するので、アニールにより結晶性の回復を行うとともに、不純物原子の電気的な活性化を施すことが行なわれる。従来このアニール装置としては、電気炉が主として用いられてきたが、電気炉アニールは基体面内の良好な温度均一性を得るためには、処理に通常数十分程度の長時間を必要とした。さらに、高活性化率を得るためには高温長時間のアニールが必要とされるため、注入不純物原子の再拡散等が避けられなかった。このため半導体素子のパターンの微細化に伴い、浅い接合層の形成が必要とされる工程には適当でなかった。またGaAsにおいては、半絶縁性とするためにあらかじめ基体内部にドーパされているクロム(Cr)が蒸発してしまったり、As原子の外部拡散によるAs空格子点が発生し、これに伴うビットや表面粗れをおこす場合があった。

電気炉アニールに代わる短時間のアニール方法として、エキシマレーザを照射する方法、ハロゲンランプを照射する方法、さらにハロゲンランプを基体の両面から照射する方法(例えば、特開昭

57-117246号公報参照)等が知られている。この従来技術につき、従来のアニール装置の概略断面図を示す第3図を用いて説明する。

同図において、イオン注入を終えた基体1を、その両主面が露出するように基体ホルダ6に取組して石英管10中に挿入し、窒素(N<sub>2</sub>)ガス雰囲気中でハロゲンランプ3の照射を両主面に施す。このランプ光の照射により、基体を融点に近い高温に昇温し、結晶性の回復と不純物原子の活性化とを短時間のうちに行うものである。

#### (発明が解決しようとする課題)

前記した従来例によるアニール方法によれば、短時間での高温熱処理が可能となる。しかしながら、結晶性の回復に必要な数百℃の比較的低温度でのアニールを兼ねて、不純物原子の活性化に必要な半導体材料の融点に近い高温アニールを行うと、急激な温度上昇による熱歪み等にもとづく二次欠陥の発生や、不純物原子の増速拡散が起こる。この結果として例えばリーク電流の増大等、半導

体装置のデバイス特性の劣化をまねく場合があった。二次欠陥の低減については、例えば600℃程度での低温アニールを施してから、その後ハロゲンランプの出力を上げ、不純物原子の活性化のための高温アニールを行えば良いのだが、熱処理の工程が複雑化し、アニール装置のスループットが低下する欠点がある。

そこで本発明の課題は、イオン注入を行ったSiやGaAs等の半導体基体の結晶性の回復と注入原子の活性化のためのアニールを施すにあたり、結晶中に二次欠陥が発生せず、注入不純物原子の再拡散や増速拡散等のない、かつスループットに優れたアニール装置を提供することである。

#### (課題を解決するための手段)

前述した課題を達成するため、本発明によるアニール装置は、基体の第1の主面に対するエキシマレーザ照射手段と、第2の主面に対するランプ光照射手段を具備し、基体の第2の主面に対してランプ光照射を施しながら、第1の主面に対して

エキシマレーザ照射を施すことを可能としたものである。

ここで、第1の主面とはイオン注入を行った側の基体面を意味し、第2の主面とはイオン注入を行わない裏側の基体面のことを意味するものとする。また、エキシマレーザ照射手段とは、例えばXeCl(308nm)、KrF(248nm)、ArF(193nm)、等のガス媒質を用いる、紫外域に高エネルギーのパルス光を放射するレーザのことを言い、ランプ光照射手段とは、例えばハロゲンランプ、キセノンアークランプ等、連続高出力の加熱用ランプのことを言う。

本発明によるアニール方法は、基体を光照射窓を有するチャンバ内あるいは石英管内で両主面を露出して保持し、真空中あるいは不活性ガス中でエキシマレーザ照射とランプ光照射とを施す。このとき、まず基体の第2の主面にランプ照射を行い、基体に数百℃程度の低温アニールを施し結晶性の回復を行う。つぎに上記ランプ光照射を施しながら基体の第1の主面にエキシマレーザ照射を

行い、基体の半導体材料の融点に近い高温アニールをごく短時間のうちに施し、注入不純物原子の活性化を行うのである。

#### 〔作用〕

イオン注入を行わない側である基体の第2の主面に対してランプ照射を施し、例えば数百℃程度の低温アニールを行うことにより、急激な温度上昇による高温アニールにもとづく結晶の二次欠陥が発生することなく結晶性の回復が図られる。

次に基体に対し上記ランプ照射を施しながら、イオン注入を行った第1の主面に対しエキシマレーザ照射を施し、基体の半導体材料の融点に近い高温アニールをごく短時間のうちに行う。エキシマレーザ照射はその特性として、被照射面のごく薄い表面層のみが昇温するので、注入不純物原子が再拡散や増速拡散することなく電気的活性化が効果的に行われ、浅い接合層が形成される。ランプ照射とエキシマレーザ照射は、ともにごく短時間のうちに施されるので、装置のスループ

ットの観点から優れたアニール装置を提供することができる。

#### 〔実施例〕

以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

#### 実施例1

第1図は、本発明第1の実施例によるアニール装置の概略断面図である。同図において、例えばSi半導体からなる基体1を、基体ホルダ6に両主面が露出するように載置する。基体1の第1の主面1Aはイオン注入をおこなった側の面であり、第2の主面1Bはその反対側の面である。基体1および基体ホルダ6は、アニール装置のチャンバ9内に設置する。

XeCl等のガス媒質によるエキシマレーザ2が、例えば合成石英製の第1の光照射窓4を介して第1の主面1Aをのぞむ位置に配設されている。このエキシマレーザ2は、第1の主面1Aの全面にわたって照射できるように、基体の主面に対してステ

ップ的に平行移動が可能のように構成されている。

一方ハロゲンランプ3が、これは溶融石英製の第2の光照射窓5を介して第2の主面1Bをのぞむ位置に配設されている。

ガス導入孔7からは例えばアルゴン(Ar)や窒素(N<sub>2</sub>)等の不活性ガスが導入され、図示せざる真空ポンプに接続された排気孔8よりチャンバ9外へ排気される。勿論、ガス導入孔7を全閉してチャンバ9内を真空とすることも可能である。

このように構成されたアニール装置において、本実施例では不純物の一例として砒素イオン(As<sup>+</sup>)を注入したSiからなる基体の結晶性の回復および注入不純物原子の活性化をおこなうアニール方法についてのべる。

イオンエネルギー50KeVのAs<sup>+</sup>をドーズ量 $5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ の濃度で基体1の第1の主面1Aにイオン注入し、この面が第1の光照射窓4を介してエキシマレーザ2に対向するように基体ホルダ6に載置しチャンバ9内に設置する。基体1の第2の主面1Bは第2の光照射窓5を介してハロゲンラ

ンプ3に対向するようにする。

ガス導入孔7からは例えばAr等の不活性ガスを10 l/min導入し、排気孔8より排気してチャンバ9内を不活性ガス雰囲気を保つ。

ハロゲンランプ3を基体1の第2の主面1Bに照射し、基体1を例えば600℃に昇温し低温アニールをほどこす。この低温アニールで、イオン注入により発生した多くの結晶欠陥や非晶質領域は消滅し、結晶性の回復がおこなわれた。このランプ照射を施しながら、つぎにXeClエキシマレーザ2による308nmのパルス紫外光を10mm×10mmの照射面積で基体1の第1の主面1A全面にわたりステップ的に照射する。このとき、XeClエキシマレーザ2の照射条件は、例えばパルスエネルギー50mJ/pulse、繰り返し周波数100Hz、パルス幅10nsとした。

このエキシマレーザ照射により、基体1の第1の主面1Aは、そのごく表面層のみがSiの融点である1410℃に近い温度まで昇温された。このアニールにより、注入不純物原子が再拡散等を行うこと

なく電気的活性化がおこなわれ、浅い接合層が形成された。

#### 実施例2

第2図は本発明の第2の実施例によるアニール装置の概略断面図である。同図では、実施例1における場合と同じ機能を持つ部分には、第1図で用いたものと同じ名称と番号を付してある。

本実施例のアニール装置の構成は、実施例1のアニール装置に準拠しており、次の2点においてのみ実施例1と異なっている。

1. アニール装置のチャンバ9のかわりに合成石英製の石英管10を用いた。当然、第1および第2の光照射窓4、5は特にこれを設けず、石英管10の管壁を介してエキシマレーザ照射およびランプ光照射を施すように構成する。石英管10の一端はガス導入孔7となっており、他端は図示せざる真空ポンプに接続して石英管10内を排気するように構成されている。勿論、この場合もガス導入孔7を全閉にして石英管10内を真空とすることも可能である。

す。この低温アニールで、イオン注入により発生した多くの結晶欠陥や非晶質領域は消滅し、結晶性の回復がおこなわれた。つぎに上記ハロゲンランプ照射を施しながら、ArFエキシマレーザ2による193nmのパルス紫外光を10mm×10mmの照射面積で基体1の第1の主面1A全面にわたりステップ的に照射する。このとき、ArFエキシマレーザ2の照射条件は、例えばパルスエネルギー40mJ/pulse、繰り返し周波数100Hz、パルス幅10nsとした。

このエキシマレーザ照射により、基体1の第1の主面1Aは、そのごく表面層のみが例えば940℃に瞬間的に昇温して高温アニールが施され、注入不純物原子が再拡散することなく電気的活性化がおこなわれ、浅い接合層が形成された。

以上、本発明の実施例について詳述したが、本発明の意義は、基体の第2の主面にランプ光照射を行い低温アニールを施しながら、基体の第1の主面すなわちイオン注入した面にエキシマレーザ照射を行い高温アニールを施すことにある。した

2. エキシマレーザ2のガス媒質としてXeClのかわりにArFをもちいる。

上記のように構成されたアニール装置において、本実施例では、化合物半導体の一例としてGaAsによる基体にイオン注入をおこない、これをアニールする場合の例を述べる。

GaAsによる基体の第1の主面1Aにイオンエネルギー70KeVのシリコンイオン( $Si^{+}$ )をドーズ量 $3 \times 10^{12} cm^{-2}$ の濃度でイオン注入をおこない、さらに窒化ケイ素( $Si_3N_4$ )の薄膜を被着して保護膜とする。この基体の第1の主面1Aが石英管10の管壁を介してエキシマレーザ2に対向するように基体ホルダ6に設置し石英管10内に挿入する。基体の第2の主面1Bは同じく石英管10の管壁を介してハロゲンランプ3に対向するようにする。

ガス導入孔7からは例えばAr等の不活性ガスを5l/min導入し、石英管10の他端より排気して石英管10内を不活性ガス雰囲気につく。ハロゲンランプ3を基体1の第2の主面1Bに照射し、基体1を例えば550℃に昇温し低温アニールをほどこ

がって、ランプ光照射手段としてはハロゲンランプの他にキセノンアークランプ等連続高出力の加熱用ランプを用いることができる。また、エキシマレーザ照射手段としてはXeCl、ArFの他にKrFをガス媒質に用いるもの等を任意に選定することができる。

さらに、実施例中に記したハロゲンランプによる低温アニール温度ならびにエキシマレーザによる高温アニール温度は、とくにこの数値に限定されるものではなく、基体の半導体材料、注入イオン種、ドーズ量等の条件により、本発明の目的を達成しうる範囲で任意に選定することが可能である。

さらにまた、アニールを施す雰囲気は、Arの他に基体と反応しない他の希ガス類や不活性ガス類を用いてもよく、場合によっては真空中でアニールを行うことも可能である。

#### (発明の効果)

以上詳述したように、本発明によるアニール方



法およびアニール装置によれば、イオン注入を行ったSiやGaAs等の半導体基体の結晶性の回復と注入不純物原子の活性化を施すにあたり、基体の第1の主面に対向するエキシマレーザ照射手段と、第2の主面に対向するランプ照射手段を具備したアニール装置を用いることにより、基体に対してランプ光照射による低温アニールを施しながら、エキシマレーザ照射による高温アニールを施すことが可能となる。

これにより、結晶性の回復において結晶の二次欠陥が発生せず、また注入不純物原子の活性化において再拡散や増速拡散のない浅い接合層を信頼性よく形成することができる。

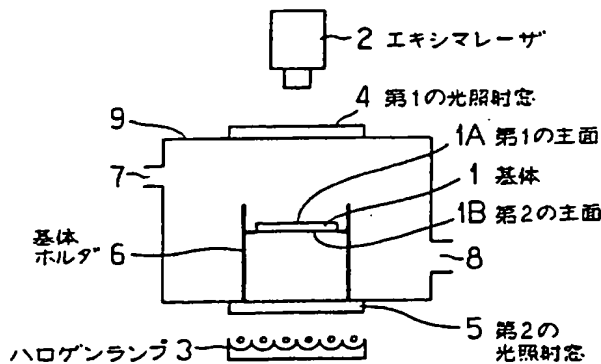
さらに、本発明によれば、低温アニールと高温アニールとを短時間のうちに同時に施すことが可能となり、スループットに優れたアニール装置が提供される等、半導体装置製造における寄与は大きい。

#### 4. 図面の簡単な説明

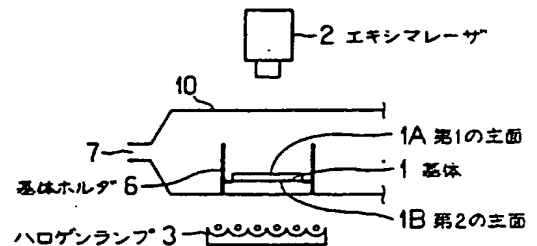
第1図は本発明の第1の実施例によるアニール装置の概略断面図、第2図は本発明の第2の実施例によるアニール装置の概略断面図、そして第3図は従来のアニール装置の概略断面図である。

- 1.....基体
- 1A.....第1の主面
- 1B.....第2の主面
- 2.....エキシマレーザ
- 3.....ハロゲンランプ
- 4.....第1の光照射窓
- 5.....第2の光照射窓
- 6.....基体ホルダ

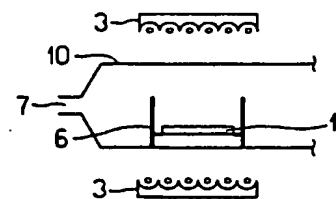
特許出願人 ソニー株式会社  
代理人 弁理士 高橋光男



本発明の第1の実施例による  
アニール装置の概略断面図  
第1図



本発明の第2の実施例による  
アニール装置の概略断面図  
第2図



従来のアニール装置の概略断面図  
第3図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**